

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 12 月 15 日(15.12.2016)

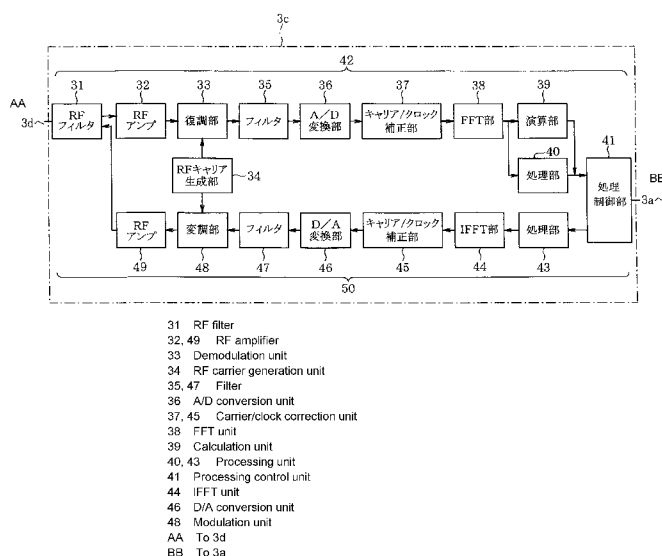


(10) 国際公開番号
WO 2016/199355 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 11/02 (2010.01) *H04B 3/02* (2006.01)
B60R 16/023 (2006.01) *H04B 5/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/002425
- (22) 国際出願日: 2016 年 5 月 18 日(18.05.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-119300 2015 年 6 月 12 日(12.06.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 中村 邦彦(NAKAMURA, Kunihiko); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 古田 善一(FURUTA, Yoshikazu); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 金 順姫(KIN, Junhi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦 2 丁目 1 3 番 1 9 号 瀧定ビル 6 階 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: DISTANCE ESTIMATION DEVICE

(54) 発明の名称: 距離推定装置



(57) Abstract: Provided is a distance estimation device capable of measuring the distance between a transmission device and a reception device across a wide range and with a high degree of accuracy. This distance estimation device is provided with a logic determination unit (39) and an estimation unit (41). The logic determination unit (39) carries out logic determination by carrying out prescribed multiplication in a plurality of steps on the frequency difference between signals of two frequencies from among the signals received by a reception unit (42) and comparing phase differences with a threshold. The estimation unit (41) estimates the distance between the transmission device and the reception device according to the results of the logic determination by the logic determination unit (39).

(57) 要約: 送信装置と受信装置との間の距離を広範囲で高精度に測定できるようにした距離推定装置を提供する。距離推定装置は、論理判定部(39)と推定部(41)とを備える。論理判定部(39)は、受信部(42)により受信された信号のうち2つの周波数のシグナルの周波数差を複数段階に所定倍し、位相差をそれぞれ閾値と比較することで論理判定する。推定部(41)は、論理判定部(39)により論理判定された結果に応じて送信装置と受信装置との間の距離を推定する。

1) は、論理判定部(39)により論理判定された結果に応じて送信装置と受信装置との間の距離を推定する。

明 細 書

発明の名称：距離推定装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2015年6月12日に出願された日本特許出願番号2015-119300号に基づくもので、ここにその記載内容を参照により援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、送電装置及び受電装置間の距離を推定する距離推定装置に関する。

背景技術

[0003] 車両内に配置された複数のECU (Electronic Control Unit) は、相互に通信を行うことに応じて車両内の各種制御を円滑に行っている。近年、車両内において非接触通信システムの導入が検討されている。このシステムを用いると非接触の線路を用いてマスタスレーブ間で処理できるため利便性を向上できる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：JP2006-42201A

発明の概要

[0005] 例えばマスタは特定のスレーブとの間で通信処理を行うときに識別符号を割り当てて特定のスレーブを特定する。このとき、何らかの方法で識別符号をスレーブに割り当てる必要があり、発明者らはこの割当処理をマスタとスレーブとの距離に応じて行うことを考えている。例えば、特許文献1記載の技術は、2つの互いに異なる周波数の信号を送信し、受電側では2信号の位相差を検出し、目標物までの距離を算出している。しかしながら、この特許文献1記載の技術を用いても、位相差が $-\pi \leq \Delta\phi \leq \pi$ の範囲でしか距離を測定できず、広範囲で高精度に距離を測定できない。

[0006] 本開示の目的の一つは、上記事情に鑑みて、送信装置と受信装置との間の距離を広範囲で高精度に測定できるようにした距離推定装置を提供することにある。

[0007] 本開示の一観点において、送信装置は少なくとも2以上の互いに異なる周波数のシグナルを送信する送信部を備えると共に、受信装置は送信部により送信されたシグナルを受信する受信部を備える。論理判定部は、受信部により受信されたシグナルのうち2つの周波数のシグナルの周波数差を複数段階に所定倍し、位相差をそれぞれ閾値と論理判定することで、位相差の値を細かく論理化することができる。推定部は、論理判定部の論理判定結果に応じて送信装置と受信装置との間の距離を推定するため、細かく論理化された位相差を用いて距離を推定でき、この結果、送信装置と受信装置との間の距離を広範囲で高精度に測定できるようになる。

図面の簡単な説明

[0008] 本開示についての上記および他の目的、特徴や利点は、添付図面を参照した下記の詳細な説明から、より明確になる。図面において、

[図1]図1は、一実施形態に係る通信システムの電氣的構成例を概略的に示すブロック図である。

[図2]図2は、伝送線路と受電アンテナの構成例を概略的に示す図である。

[図3]図3は、マスタの変復調回路の電氣的構成例を概略的に示すブロック図である。

[図4]図4は、2周波数のシグナルとコンバート後の2周波数のシグナルの周波数分布の例を示す図である。

[図5]図5は、2周波数のシグナルとコンバート後の2周波数のシグナルの周波数分布の例を示す図である。

[図6]図6は、スレーブの変復調回路の電氣的構成例を概略的に示すブロック図である。

[図7]図7は、マスタの動作を概略的に示すフローチャートである。

[図8]図8は、スレーブの動作を概略的に示すフローチャートである。

[図9]図9は、マスタスレーブ間の情報送受信の流れを概略的に示すタイミングチャートである。

[図10]図10は、マスタスレーブ間の送受信情報の内容を概略的に説明する説明図である。

[図11]図11は、2周波数のシグナルの周波数差を複数段階に所定倍し、位相差をそれぞれ論理判定した結果を示す説明図である。

[図12]図12は、2周波数のシグナルの位相差を直接読取る説明を示す説明図である。

発明を実施するための形態

- [0009] 以下、距離推定装置の一実施形態について図面を参照しながら説明する。
- 図1に示すように、通信システム1は、マスタ（送信装置相当）2及び1又は複数（ N 個： $N \geq 1$ ）のスレーブ（受信装置相当）101、102、…、110が伝送線路4を通じて電界／磁界により結合されることにより構成される。マスタ2にはバッテリー（図示せず）が接続されており、このバッテリーの電力を用いて複数のスレーブ101～110に伝送線路4を通じて電力を供給し、スレーブ101～110は各時供給された電力に応じて動作する。これらのスレーブ101～110には、それぞれ、例えばセンサ、アクチュエータ、制御ICなどを備える負荷201～210が接続されており、負荷201～210に電力を供給する。
- [0010] 以下、図1を参照して、マスタ2とスレーブ101、102、…、110の全体構成について説明する。マスタ2は、スレーブ101…110との通信やその他の機能の制御を主体的に行う制御回路2a、高周波電力発生回路2b、変復調回路2c、重畳／分離回路2d、整合回路2e、記憶部2fを機器本体（マスタ本体）2gに内蔵し、当該機器本体2gから伝送線路（送電線路相当）4を接続して構成される。制御回路2aは例えばマイクロコンピュータを主として構成される。高周波電力発生回路2bは、制御回路2aの制御に応じて高周波信号（搬送波信号）を生成し、電力信号として重畳／分離回路2dに出力する。

- [0011] 変復調回路 2 c は、マスタ 2 側の通信データを変調し重畳／分離回路 2 d に信号を出力するブロックであり、キャリアを変調した変調信号として重畳／分離回路 2 d に出力する。ここで、高周波電力発生回路 2 b により出力される高周波信号（搬送波信号）は、変復調回路 2 c により出力される変調信号とその周波数帯が互いに異なるように予め設定されている。変復調回路 2 c の構成及び動作は後に詳述する。重畳／分離回路 2 d は、これらの搬送波信号および変調信号をミキシングし整合回路 2 e に出力する。整合回路 2 e は、変調信号が重畳された搬送波信号を伝送線路 4 に送出する。制御回路 2 a は変復調回路 2 c に制御線を接続して構成され、これにより変復調回路 2 c の変復調方式、データ通信周波数を制御可能になっている。
- [0012] 図 2 は伝送線路 4 の一部構造を模式的に示している。伝送線路 4 は例えば車両内に設置されるもので撚り対線（ツイステッドペアケーブル）を用いて構成される。図 2 に一部を示すように、伝送線路 4 は、一对の送電線 5, 6 を互いに対向して撚り合わせて形成される一对のツイスト線を所定方向（一方向：例えば X 方向）に所定長（数 m 程度）延設して配置される。なお、この所定方向とは曲折、屈曲する方向を含んでいても良い。
- [0013] また伝送線路 4 は、X 方向の端部が結合された一对のツイスト線によりループ状に構成される。伝送線路 4 は、送電線 5, 6 が撚り合されてなる撚部 7 を備えると共に、隣接する撚部 7 間に開口 8 を備える。全ての隣接する撚部 7 間の開口 8 のうち、特定の撚部 7 a 間の開口 8 a（以下特定開口 8 a と称す）は他の撚部 7 間又は撚部 7 と 7 a と間の開口 8 より大きく形成されている。
- [0014] この特定開口 8 a の周辺にはスレーブ 1 0 1～1 1 0 の開口アンテナ 3 g が設置されている。開口アンテナ 3 g は、開口 9 を備えたループ状のコイルにより構成され、伝送線路 4 の撚部 7 a 間の特定開口 8 a から生じる磁束を開口アンテナ 3 g の開口 9 に鎖交する。これにより、開口アンテナ 3 g は伝送線路 4 から電磁誘導現象（主に磁界）に応じて受電できる。ここで、例えば特定開口 8 a の面と開口アンテナ 3 g の開口 9 の面とが並行に配置されて

いても良いし、例えば開口アンテナ 3 g の開口 9 が特定開口 8 a と例えば対向するように設置されていても良い。図 1 に X Y 平面を示すように X Y 方向に離間して配置されていても、図 2 に示すように X Y 方向の同一領域に設置されていても良い。開口アンテナ 3 g の開口 9 が特定開口 8 a と対向するように設置されていると、開口アンテナ 3 g に鎖交する磁束をより多くすることができ、伝送効率を高めることができる。

[0015] さて、図 1 に示すように、スレーブ 1 0 1 ~ 1 1 0 は、それぞれ同様の機能ブロックを備え、それぞれ、制御回路 3 a、変復調回路 3 c、重畳／分離回路 3 d、整合回路 3 e、電源回路 3 f、及び、記憶部 3 h を内蔵する。整合回路 3 e には開口アンテナ 3 g が接続されている。

[0016] 整合回路 3 e は、開口アンテナ 3 g に並列または直列接続されたコンデンサを具備したマッチング回路であり、信号を受信すると重畳／分離回路 3 d に送信する。重畳／分離回路 3 d は、受信した信号について搬送波信号および変調信号に分離し、搬送波信号を電力交流信号として電源回路 3 f に出力し変調信号を変復調回路 3 c に出力する。電源回路 3 f は、電力交流信号を整流して直流電力として変復調回路 3 c、制御回路 3 a、それぞれの負荷 2 0 1、2 0 2、…、2 1 0 に供給する。変復調回路 3 c は供給された電力によって動作し変調信号を復調し復調データを制御回路 3 a に出力する。この変復調回路 3 c の構成及び動作は後述する。

[0017] 制御回路 3 a は、電源回路 3 f から供給された電力により動作し、変復調回路 3 c による復調データを受信し、負荷 2 0 1 … 2 1 0 を動作させる。これにより、マスタ 2 からスレーブ 1 0 1、1 0 2、…、1 1 0 にデータを送信できる。スレーブ 1 0 1、1 0 2、…、1 1 0 側では、負荷 2 0 1 … 2 1 0 がセンサの場合にはセンサ信号を取得し、アクチュエータの場合にはアクチュエータを駆動する。

[0018] 以下、マスタ 2 及びスレーブ 1 0 1 … 1 1 0 の各変復調回路 2 c、3 c の構成について特に距離測定に関わる部分を中心に説明する。

[0019] <マスタ 2 の変復調回路（変調回路、送信部）2 c の説明>

図3に示すように、マスタ2の変復調回路2cは、割当部としての処理制御部11、演算部12、処理部13、IFFT部14、D/A変換部15、フィルタ16、変調部17、RFキャリア生成部18、RFアンプ19、及び、RFフィルタ20を送信部21として備える。

[0020] 処理制御部11は、制御回路2aによる制御に基づいて送信用のデジタルデータと同期信号となる同期パルスを生成し処理部13に出力する。処理部13は、処理制御部11から入力されたデジタルデータ、同期パルスをシリアル/パラレル変換し、サブキャリア毎にデータを割当ててサブキャリアマッピング処理し、所定の変調方式（例えばBPSK、QPSK、QAMなど）によりシンボル座標に変換する。ここで、処理部13は、通常データ送信時において処理制御部11から入力される信号がデジタルデータであるか同期パルスであるかに応じて変調方式を変更してシンボル座標に変換する。通常データ送信時には、データが変調部17により変調されて重畳/分離回路3dに送信されるが、本願は距離測定方法に特徴を備えるため、この説明は省略する。

[0021] 演算部12は、距離測定時において、処理制御部11による制御に応じて互いに周波数差 Δf 、 $2\Delta f$ 、 $4\Delta f \dots 2^{(N-1)}\Delta f$ だけ離間した2周波数のシグナルSA又はSB（図4（A）又は図5（A）参照）を生成し、距離測定信号として順次IFFT部14に出力する。このとき、演算部12は、シグナルSA又はSBを出力した回数をカウントする。なお、後述するように、シグナルとしては、シグナルSAを用いてもシグナルSBを用いても良いが、図4（A）のシグナルSAよりも図5（A）に示すシグナルSBの方が望ましいため、以下ではシグナルSBを用いた例を説明する。

[0022] IFFT部14は、距離測定処理時には、処理部13による同期パルスと演算部12による2周波数のシグナルSBを逆フーリエ変換して周波数軸を時間軸に変換し、さらに各同期パルス及びシグナルSBのシンボルにガードインターバルを付加する。

[0023] D/A変換部15は、IFFT部14により時間軸に変換されガードイン

ターバルが付加されたシグナルS Bをアナログ変換する。フィルタ16は、D/A変換部15によりアナログ変換されたアナログ信号について所定帯域の周波数成分を通過させ、その他の周波数領域の成分をカットする。

[0024] RFキャリア生成部18は、局部発振周波数f L O（以下、局発周波数f L Oと称す）のキャリアを生成し変調部17に出力する。変調部17は、局発周波数f L Oのキャリアとフィルタ16を通過した周波数成分の信号とを混合（直交変調、周波数変換）してアップコンバートし、この変調後の信号をRFアンプ19に出力する。RFアンプ19は、この変調後の信号を入力すると、増幅してRFフィルタ20に出力する。RFフィルタ20は、所定帯域の周波数成分を通過させて不要輻射成分の周波数をカットして重畳／分離回路2dに出力する。この出力信号が変調信号として重畳／分離回路2dを通じてスレーブ101…110に送信される。

[0025] 以下、シグナルS AよりシグナルS Bの方が良い理由を説明する。図4（A）、図5（A）は、周波数差 Δf だけ離間した2周波数のシグナルS A（ $=S 1 A+S 2 A$ ）、S B（ $=S 1 B+S 2 B$ ）の例を示し、図4（B）、図5（B）は、変調部17及びRFキャリア生成部18を用いてアップコンバートされた後の2周波数のシグナルS R F A（ $=S R F 1 A+S R F 2 A$ ）、S R F B（ $=S R F 1 B+S R F 2 B$ ）の例を示す。

[0026] 例えば、演算部12は、処理制御部11による制御に応じて周波数差を Δf に設定したときには、図4（A）に示すように、周波数差 $-\Delta f/2$ のシグナルS 1 Aと周波数差 $+\Delta f/2$ のシグナルS 2 AとをシグナルS Aとして生成する。例えば、この図4（A）に示すように、DC（0Hz）を中心として対称となる2周波数 $-\Delta f/2$ 、 $+\Delta f/2$ を用いた場合、シグナルS 1 A、S 2 Aの振幅誤差又は位相誤差を生じると、図4（B）に示すようにアップコンバートしたときに、イメージシグナルS I M G 2 Aを生じることがある。このとき、このイメージシグナルS I M G 2 AがシグナルS R F 1 Aと重なることがあり、この場合、たとえフィルタを用いてイメージシグナルS I M G 2 Aを除去しようとしても周波数帯が重なっているため除去し

にくい。

[0027] このような場合、図4（A）及び図4（B）に対応させて図5（A）及び図5（B）に示すように、DC（0Hz）を中心とすることなく所定値 α だけ共に同一方向にオフセットしたシグナルS1B、S2BによるシグナルSBを用いることが望ましい。ここで、この周波数 α は周波数差 $\Delta f / 2$ より小さい値に設定されている。

[0028] 図5（A）に示す例では、シグナルS1Bは周波数 $-\Delta f / 2 - \alpha$ のシグナルであり、シグナルS2Bは周波数 $+\Delta f / 2 - \alpha$ の周波数のシグナルである。この結果、周波数 α だけオフセットした2周波数のシグナルSBを用いることで、変調部17及びRFキャリア生成部18によりアップコンバートされた後、各シグナルSRF1B、SRF2Bの振幅、位相誤差によるイメージシグナルSIMG2B（図5（B）参照）を生じたとしても、当該イメージシグナルSIMG2BをシグナルSRF1B及びSRF2Bと離間して生じさせることができる。このため、イメージシグナルSIMG2Bを必要に応じてFFT後の信号処理により容易に除去できる。すなわち、DC（0Hz）から周波数 α だけオフセットした2周波数のシグナルSBを発生させることが望ましい。

[0029] <スレーブ101、102、…、110の変復調回路（復調回路、受信部）3cの説明>

図6に示すように、スレーブ101、102、…、110の変復調回路3cは、RFフィルタ31、RFアンプ32、復調部33、RFキャリア生成部34、フィルタ35、A/D変換部36、周波数補正部としてのキャリア／クロック補正部37、FFT部38、論理判定部及び位相差読取部としての演算部39、処理部40、及び、推定部としての処理制御部41を受信部42として備える。

[0030] RFフィルタ31は、マスタ2から送信され開口アンテナ3gにより受信された信号について不要な周波数成分を除去してRFアンプ32に出力する。RFアンプ32は、RFフィルタ31を通過した信号成分を増幅し復調部

33に出力する。復調部33は、RFキャリア生成部34により生成されたRFキャリアを混合（直交復調、周波数変換）しダウンコンバートしてフィルタ35に出力する。フィルタ35は、復調部33から出力された信号について所定の周波数帯域の成分を通過させ、その他の周波数領域の成分をカットする。

[0031] A/D変換部36は、フィルタ35を通過した信号をA/D変換処理しキャリア/クロック補正部37に出力する。キャリア/クロック補正部37は、同期信号の送受信時において、キャリア補正処理（マスタスレーブ間のキャリア周波数誤差補正）及び同期用のクロック信号の補正処理を行うことで通信データの送受信タイミングを同期させる。FFT部38は、キャリア/クロック補正部37を通じて得られた通信データのガードインターバルを除去した後、フーリエ変換し、このフーリエ変換された信号に基づいて、シグナルSBに対応する周波数情報及び当該シグナルS1B及びS2Bの位相情報を取得する。

[0032] 演算部39は、FFT部38により取得された位相情報に基づいてシグナルS1B及びS2B間の位相差を算出する。記憶部3hには、位相差 $\Delta\phi$ に対応した距離のデータが演算式又はルックアップテーブル（LUT）などにより保持されている。演算部39は、この位相差 $\Delta\phi$ と記憶部3hに記憶される演算式又はルックアップテーブルに基づいて距離を演算し、距離の演算結果を処理制御部41に出力する。処理制御部41は制御回路3aに距離の演算結果をデータ出力する。これにより位相差 $\Delta\phi$ に対応づけられたマスタスレーブ間の距離を推定できる。

[0033] 演算部39が位相差を算出するときには、距離測定信号となるシグナルSBに対応する周波数の受信回数をカウントし、周波数差 Δf 、 $2\Delta f$ 、 $4\Delta f \dots 2^{(N-1)}\Delta f$ 分のN回受信されていることを条件として終了する。なお、この後、必要に応じて、スレーブ101...110が論理判定モードから位相差直読みモードに切替えられると、演算部39が位相差を直接読み出す、この処理は後に詳述する。

[0034] また他方、処理部40は、FFT部38の出力について、サブキャリアデマッピング処理、パラレル／シリアル変換処理を行ってデータを復号し、処理制御部41に復号データを出力する。処理制御部41は制御回路3aにデータを出力する。スレーブ101、102、…、110の制御回路3aはこの推定された距離の演算結果をマスタ2に送信する。

[0035] <スレーブ101、102、…、110の変復調回路（変調回路、送信部）の説明>

スレーブの変復調回路3cは、処理制御部41、処理部43、IFFT部44、キャリア／クロック補正部45、D／A変換部46、フィルタ47、変調部48、RFキャリア生成部34、RFアンプ49、及び、RFフィルタ31を送信部50として備える。

[0036] 処理制御部41は、距離の演算結果等をデータとして処理部43に出力する。処理部43は、処理制御部41から出力されたデータをシリアル／パラレル変換し、サブキャリア毎にデータとして割り当ててサブキャリアマッピング処理し、所定の変調方式（例えばBPSK、QPSK、QAM等）によりシンボル座標に変換する。

[0037] IFFT部44は、処理部43によるシンボル座標によるシグナルの周波数軸を時間軸に変換し、各シグナルのデータにガードインターバルを付加する。キャリア／クロック補正部45は、先に受信したキャリア／クロック補正部37による補正内容に基づいてキャリア補正処理及びクロック補正処理することで通信データを同期する。

[0038] D／A変換部46は、キャリア／クロック補正部45により同期された通信データをアナログ変換してフィルタ47に出力する。フィルタ47は所定の周波数領域の信号を通過し不要な信号を除去して変調部48に出力する。変調部48は、フィルタ47により処理された信号とRFキャリア生成部34により生成されたRFキャリアとを混合（直交変調、周波数変換）してアップコンバートし、RFアンプ49に出力する。RFアンプ49は、変調部48において変調された信号を増幅してRFフィルタ31に出力する。RF

フィルタ 31 は、所定の周波数帯域内の信号を通過し外部に出力する。このように、スレーブ 101、102、…、110 はマスタ 2 にデータを送信できる。

[0039] <マスタ 2 の変復調回路（復調回路、受信部）2c の説明>

図 3 に示すように、また、マスタ 2 の変復調回路 2c は、RF フィルタ 20、RF アンプ 22、復調部 23、RF キャリア生成部 18、フィルタ 24、A/D 変換部 25、FFT 部 26、及び、処理部 27 を受信部 28 として備える。RF フィルタ 20 は、不要な周波数成分を除去して RF アンプ 22 に出力する。RF アンプ 22 は、RF フィルタ 20 を通過した信号成分を増幅し復調部 23 に出力する。復調部 23 は、RF キャリア生成部 18 により生成された RF キャリアを混合（直交復調、周波数変換）しダウンコンバートしてフィルタ 24 に出力する。フィルタ 24 は、復調部 23 から出力された信号について所定の周波数帯域の成分を通過させ、その他の周波数領域の成分をカットする。

[0040] A/D 変換部 25 は、フィルタ 24 を通過した信号を A/D 変換処理し FFT 部 26 に出力する。FFT 部 26 は時間軸の信号のガードインターバルを除去した後フーリエ変換し、このフーリエ変換された周波数軸の信号を処理部 27 に出力する。処理部 27 は FFT 部 26 の出力について、サブキャリアデマッピング処理、パラレル/シリアル変換処理を行ってデータを復号し、処理制御部 11 に復号データを出力する。処理制御部 11 は制御回路 2a にデータを出力する。このように距離情報のデータを取得することができる。

[0041] <距離推定処理の説明>

以下、全体動作の流れを説明する。図 7 はマスタ 2 の処理を概略的に示すフローチャートであり、図 8 はスレーブ 101…110 の処理を概略的に示すフローチャートである。また、図 9 はマスタスレーブ間の処理動作の流れについてシーケンス図を用いて概略的に示しており、図 10 はマスタスレーブ間の送受信信号の内容について、タイミングチャートを用いて概略的に示

している。

[0042] 初めに、マスタ2は、スレーブ101、102、…、110との間でキャリア周波数及びクロック周波数の同期処理を行うため同期信号をスレーブ101、102、…、110に複数回送信する（図7のS1）。このとき、マスタ2の送信部21とスレーブ101、102、…、110の受信部42との間で送受信処理を行うが、マスタ2側では処理部13が所定の変調方式（例えばQPSK）で変調して各ブロック14～20を通じて同期信号を複数回スレーブ101、102、…、110に送信し、スレーブ101、102、…、110はこれらの同期信号を受信する（図7のS1、図8のT1、図9のU1、図10のV1期間の同期信号参照）。スレーブ101、102、…、110では、受信部42のキャリア／クロック補正部37がマスタ2の送信部21から送信されたキャリアの周波数や同期用のクロックの周波数を調整して同期信号に追従して調整する（図8のT1）。このとき、スレーブ101、102、…、110の処理制御部41は内部のモードを論理判定モードに設定する。

[0043] この後、マスタ2は変数nに初期値（＝1）を設定し（図7のS2）、処理制御部11による制御に応じて距離測定信号の周波数差 Δf を2倍ずつしながら同期信号と共に複数回（N回）送信する（図7のS3～S7、図9のU2、U3、図10のV2期間の同期信号及び距離測定信号 Δf 、 $2 \cdot \Delta f$ 、 $4 \cdot \Delta f \dots 2^{(N-1)} \cdot \Delta f$ 参照）。スレーブ101、102、…、110は、このマスタ2から送信された同期信号及び距離測定信号を受信する（図8のT3～T4、T6～T7、図9のU2、U3、図10のV2期間参照）。スレーブ101、102、…、110は、これらのステップT3～T7の処理を繰り返し、例えば距離測定信号を受信する最中に演算部39が位相差の符号を論理判定する（図8のT5、図9のU3a）。

[0044] 周波数差 Δf が変化すると、この周波数差 Δf の変化に応じて位相差 $\Delta \phi$ が変化する。図11は、周波数差 Δf 、 $2 \cdot \Delta f$ 、 $4 \cdot \Delta f$ 、 $8 \cdot \Delta f$ 、 $16 \cdot \Delta f$ のシグナルSBにおけるそれぞれの位相差 $\Delta \phi$ 、 $2 \cdot \Delta \phi$ 、 $4 \cdot \Delta$

ϕ 、 $8 \cdot \Delta \phi$ 、 $16 \cdot \Delta \phi$ を閾値0と比較した論理判定結果を示す。この図11に示す例では、位相差が0を超えて π 以下であるときに論理値「0」を割り当てると共に、位相差が $-\pi$ を超えて0以下であるときに論理値「1」を割り当てる例を示している。また、図11には、周波数差 Δf 、 $2 \cdot \Delta f$ 、 $4 \cdot \Delta f$ 、 $8 \cdot \Delta f$ 、 $16 \cdot \Delta f$ のシグナルSBの位相差 $\Delta \phi$ 、 $2 \cdot \Delta \phi$ 、 $4 \cdot \Delta \phi$ 、 $8 \cdot \Delta \phi$ 、 $16 \cdot \Delta \phi$ をそれぞれ最上位ビットMSBから最下位ビットLSBに向けて順に割り当てる例を示す。

[0045] 例えば、位相差 $\Delta \phi$ 、 $2 \cdot \Delta \phi$ 、 $4 \cdot \Delta \phi$ 、 $8 \cdot \Delta \phi$ 、 $16 \cdot \Delta \phi$ がすべて0を超えて π 以下である範囲では、位相差の符号の論理判定結果R1は「00000（2進）」になる（図11のR1参照）。例えば、位相差 $\Delta \phi$ 、 $2 \cdot \Delta \phi$ 、 $8 \cdot \Delta \phi$ 、 $16 \cdot \Delta \phi$ がすべて0を超えて π 以下であり、位相差 $4 \cdot \Delta \phi$ が $-\pi$ を超えて0以下である範囲では、位相差の符号の論理判定結果R2は「00100（2進）」になる（図11のR2参照）。このように、位相差 $\Delta \phi$ 、 $2 \cdot \Delta \phi$ 、 $4 \cdot \Delta \phi$ 、 $8 \cdot \Delta \phi$ 、 $16 \cdot \Delta \phi$ の値に応じて全て論理化することができる。

[0046] スレーブ101、102、…、110は全ての位相差の符号の論理判定処理を行うことで、このデータ列（例えば「00000」、「00100」）を距離情報Mとする。スレーブ101、102、…、110は、このデータ列を距離情報Mとして作成することで、当該位相差に対応づけられたマスタスレーブ間の距離を決定する。

[0047] そして、マスタ2は、処理制御部11による制御に応じて距離測定信号の周波数差 $16 \cdot \Delta f$ のシグナルSBをスレーブ101、102、…、110に再度送信する（図7のS8、図9のU4、U5、図10のV3の同期信号及び距離測定信号 $2^{(N-1)} \cdot \Delta f$ 参照：但し $N=5$ ）。スレーブ101、102、…、110は、このマスタ2から送信された同期信号及び距離測定信号を受信する（図8のT8～T9、図10のV4）と、演算部39は論理判定モードから位相差直読みモードに切り替える。

[0048] スレーブ101、102、…、110は、演算部39により位相差 $16 \cdot$

$\Delta\phi$ を直接読取る（図12の $\Delta\phi_z$ 参照）。このとき、位相差の傾きが最大となる周波数差 $16 \cdot \Delta f$ の位相差 $16 \cdot \Delta\phi$ をA/D変換処理する。これにより、距離情報Mを規定する前記のNビットのデータ列（図11では5ビット）よりもさらに下位ビットを設定できる。位相差 $16 \cdot \Delta\phi$ を直接読取ることで、Nビットのデータ列と合わせて位相差をさらに細かく算出でき、距離情報Mをさらに高精度に算出、推定できる。

[0049] そして、スレーブ101、102、…、110の処理制御部41は、論理判定結果と直列読取られた位相差とを用いて算出した距離情報Mをデータとすると共に、位相情報を仮の識別符号としてマスタ2に送信する（図8のT12）。位相情報を仮の識別符号とすることで他のスレーブとの識別符号の競合を極力防止できる。マスタ2の処理制御部11は、この距離情報Mのデータを受信する（図7のS10）。マスタ2の処理制御部11は、この距離情報Mに基づいて識別符号IDをスレーブ101、102、…、110に割当てて通知する（図7のS11、図10のV5）。スレーブ101、102、…、110の処理制御部41は、この識別符号IDを受信して自身に設定する（図8のT13）。これにより、マスタ2とスレーブ101、102、…、110は識別符号IDにより紐付けられることになり通常のデータ通信を行うことができる。

[0050] 要するに、本実施形態によれば、演算部39がマスタ2から送信される2つの周波数のシグナルSA又はSBの周波数差を複数段階、所定倍（すなわち2の $n-1$ 乗倍（ $n=1, 2, \dots, N$ ：但し $N \geq 2$ ））し、位相差をそれぞれ論理判定し、処理制御部41はこの論理判定結果に応じて距離を推定している。このため、マスタスレーブ間の距離を高精度で推定できる。また、位相差 $\Delta\phi$ の範囲を $-\pi \leq \Delta\phi \leq \pi$ を超える範囲としても良くなり、位相差 $\Delta\phi$ の対象範囲が制限されなくなる。

[0051] また、演算部39が $16 \cdot \Delta\phi$ （ $= 2^{N-1} \cdot \Delta\phi$ ：但し $N=5$ ）をA/D変換した位相差 $\Delta\phi_z$ を直接読み取っているため、マスタスレーブ間の距離をさらに高精度に推定できるようになる。

[0052] キャリア／クロック補正部 37 は、送信部 21 が送信する信号と受信部 42 が受信する信号との間の周波数誤差を補正しているため、送信部 21 及び受信部 42 間の動作周波数誤差に起因した位相差 $\Delta\phi$ の誤差を極力抑制でき、たとえ周波数差を所定倍して、それぞれの位相差 $\Delta\phi$ から距離情報 M を算出、推定したとしても、この距離情報 M の誤差を極力抑制できる。

[0053] 送信部 21 が送信する 2 つの周波数のシグナルとして、DC に対して対称となる 2 つの周波数をオフセットしたシグナル S_B を用いているため、たとえばイメージシグナル S_{IMG2B} を生じたとしても FFT 後の信号処理により除去しやすくなり不要周波数成分を除去しやすくなる。

[0054] (他の実施形態)

実施形態は、前述した実施形態に限定されるものではない。例えば、以下に示す変形又は拡張が可能である。実施形態は、この後に記載又は示唆がなされていなくても、矛盾しない限り種々の変形又は拡張が可能である。

[0055] 識別符号の割付処理は、マスタ 2 側（例えば制御回路 2a 等）が行っても、スレーブ 101、102、…、110 側（例えば制御部 19 等）が行っても良い。

[0056] 前述実施形態では、送信部 21 が送信するシグナル S_A 、 S_B を 2 つの周波数のシグナルとした形態を示したが、3 以上のシグナルを送信するようにしても良い。この場合、送信部 21 は、少なくとも 2 以上の周波数の異なるシグナルを送信し、それらのうち 2 つのシグナルを、位相差 $\Delta\phi$ を算出するための対象シグナルとすると良い。

[0057] (2 の $n-1$ 乗 ($n=1, 2, \dots, N$: 但し $N \geq 2$) の複数段階で所定倍した値を用いて論理判定したが、この倍数はこの値に限られない。

[0058] 「閾値」として $0 \sim \pi$ 、 $-\pi \sim 0$ の範囲を規定する 0 とした例を示したが、閾値は 0 に限られない。

[0059] 位相差 $2^{(N-1)} \cdot \Delta\phi$ を直接読取る形態を示したが、この処理は必要に応じて設ければ良い。

[0060] スレーブ 101、102、…、110 側の処理制御部 41 が距離情報 M を

算出、推定した形態を説明したが、これに限定されるものではなく、スレーブ101、102、…、110側で位相差を算出し、この位相差の情報をマスタ2側に送信し、マスタ2側の処理制御部11等が距離情報Mを算出、推定し、識別符号IDをスレーブ101、102、…、110に割り当てるようにしても良い。

[0061] 図面中、2はマスタ（送信装置）を示す。101、102、…、110はスレーブ（受信装置）を示す。11はマスタの処理制御部（推定部、割当部）を示す。21はマスタの送信部（送信装置の送信部）を示す。39は演算部（論理判定部、位相差読取部）を示す。41はスレーブの処理制御部（推定部）を示す。42はスレーブの受信部（受信装置の受信部）を示す。37、45はキャリア／クロック補正部（周波数補正部）を示す。SA、SBはシグナルを示す。

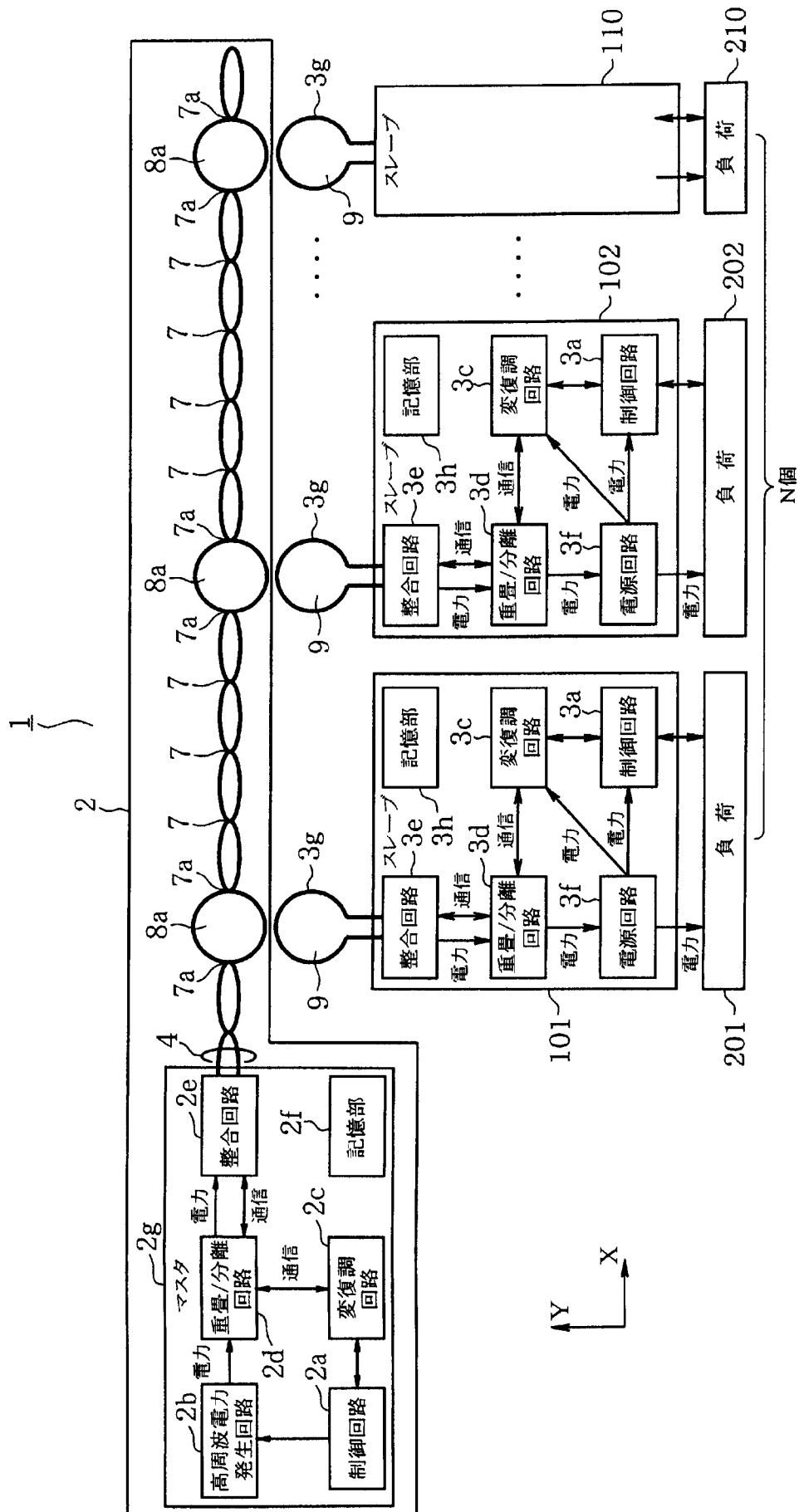
[0062] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

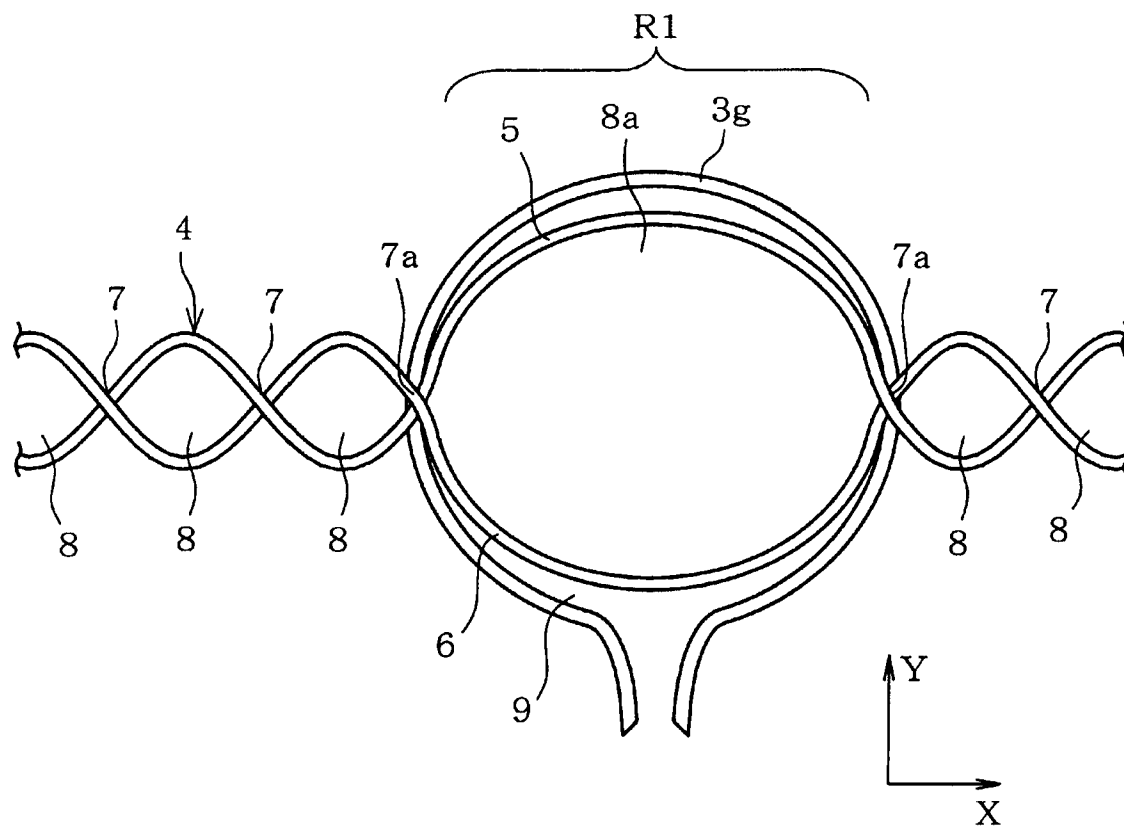
- [請求項1] 送信装置（2）は少なくとも2以上の互いに異なる周波数のシグナル（S A、S B）を送信する送信部（21）を備えると共に、受信装置（101、102、…、110）は前記送信部により送信されたシグナルを受信する受信部（42）を備え、
- 前記受信部により受信された信号のうち2つの周波数のシグナルの周波数差を複数段階に所定倍し、位相差をそれぞれ閾値と比較することで論理判定する論理判定部（39）と、
- 前記論理判定部により論理判定された結果に応じて前記送信装置と前記受信装置との間の距離を推定する推定部（11、41）と、
- を備える距離推定装置。
- [請求項2] 請求項1記載の距離推定装置において、
- 前記論理判定部は、前記2つの周波数のシグナルの周波数差を複数段階に所定倍した値として位相差を2の $n-1$ 乗（但し $n=1、2、…、N：N\geq 2$ ）倍した値を用いる距離推定装置。
- [請求項3] 請求項1または2記載の距離推定装置において、
- 前記2つの周波数のシグナルの周波数差を2の $N-1$ 乗倍した位相差を直接読取る位相差読取部（39）をさらに備える距離推定装置。
- [請求項4] 請求項1から3の何れか一項に記載の距離推定装置において、
- 前記送信部が送信するシグナルと前記受信部が受信するシグナルとの間の周波数誤差を補正する周波数補正部（37、45）をさらに備える距離推定装置。
- [請求項5] 請求項1から4の何れか一項に記載の距離推定装置において、
- 前記送信部が送信する2つの周波数のシグナルとして、DCに対して対称となる2つの周波数を所定値（ α ）だけオフセットしたシグナル（S B）を用いる距離推定装置。
- [請求項6] 請求項1から5の何れか一項に記載の距離推定装置において、
- 前記推定部（11、41）により距離推定された結果に基づいて前

記受信装置に識別符号（ＩＤ）を割り当てる割当部（１１）をさらに備える距離推定装置。

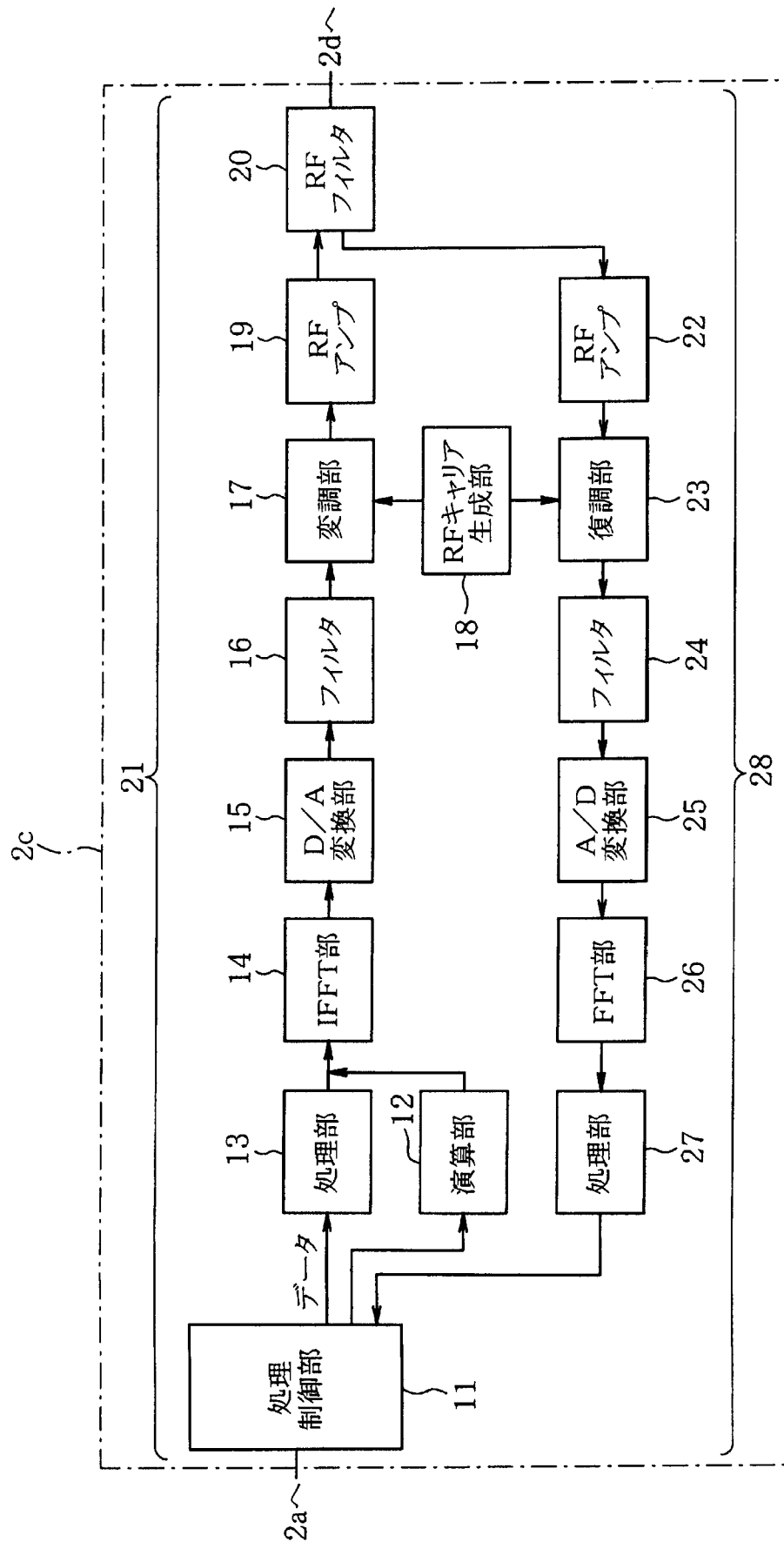
[図1]



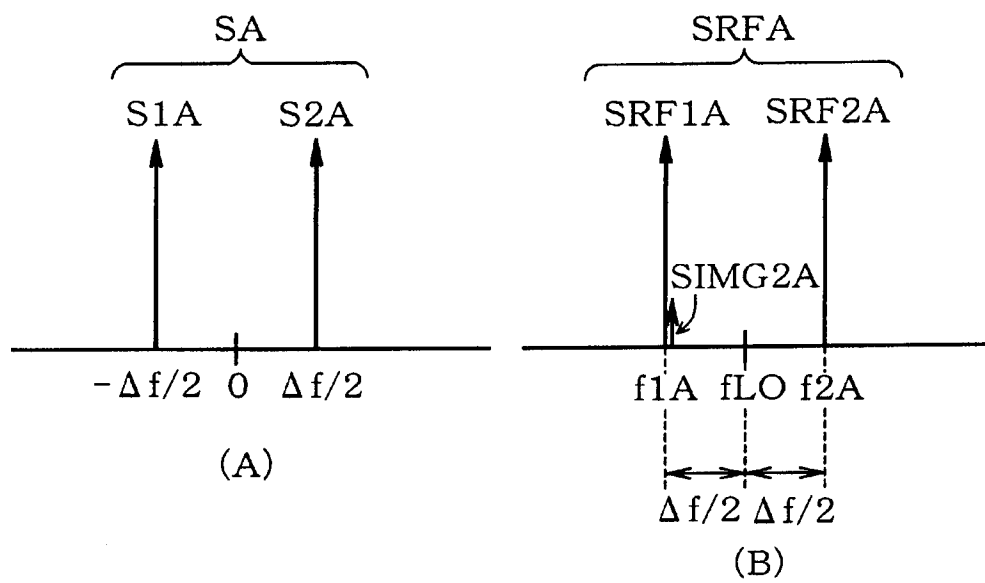
[図2]



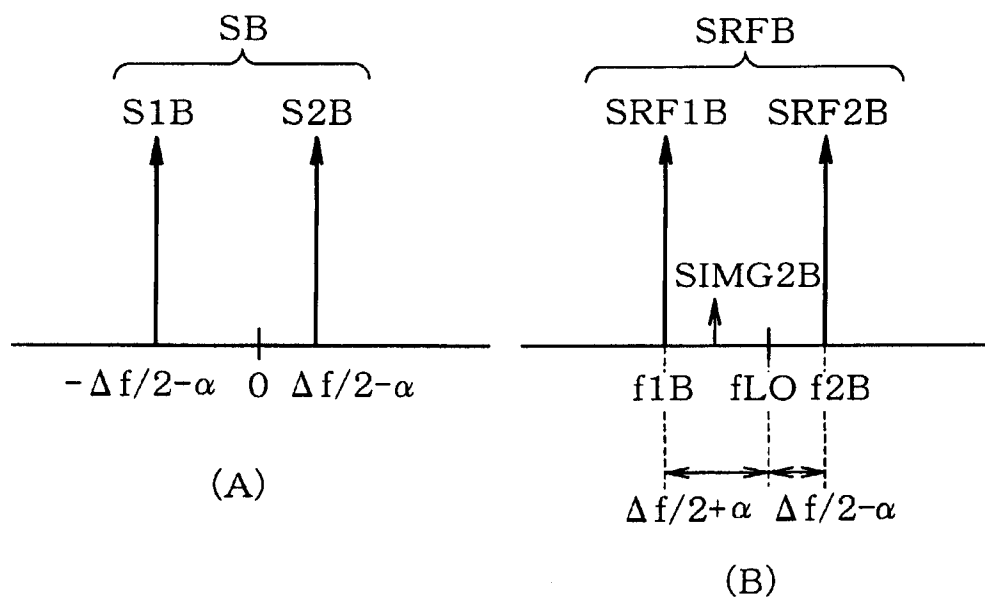
[図3]



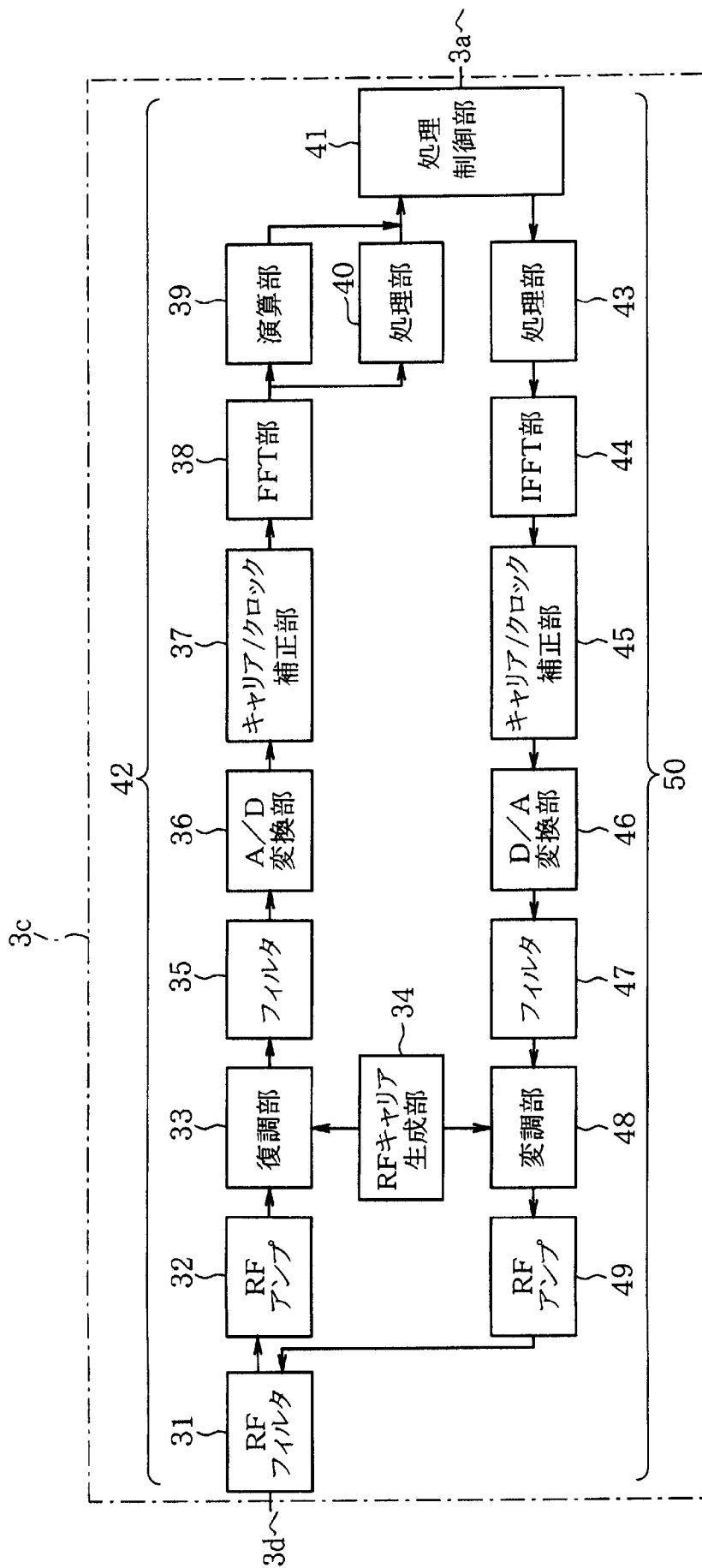
[図4]



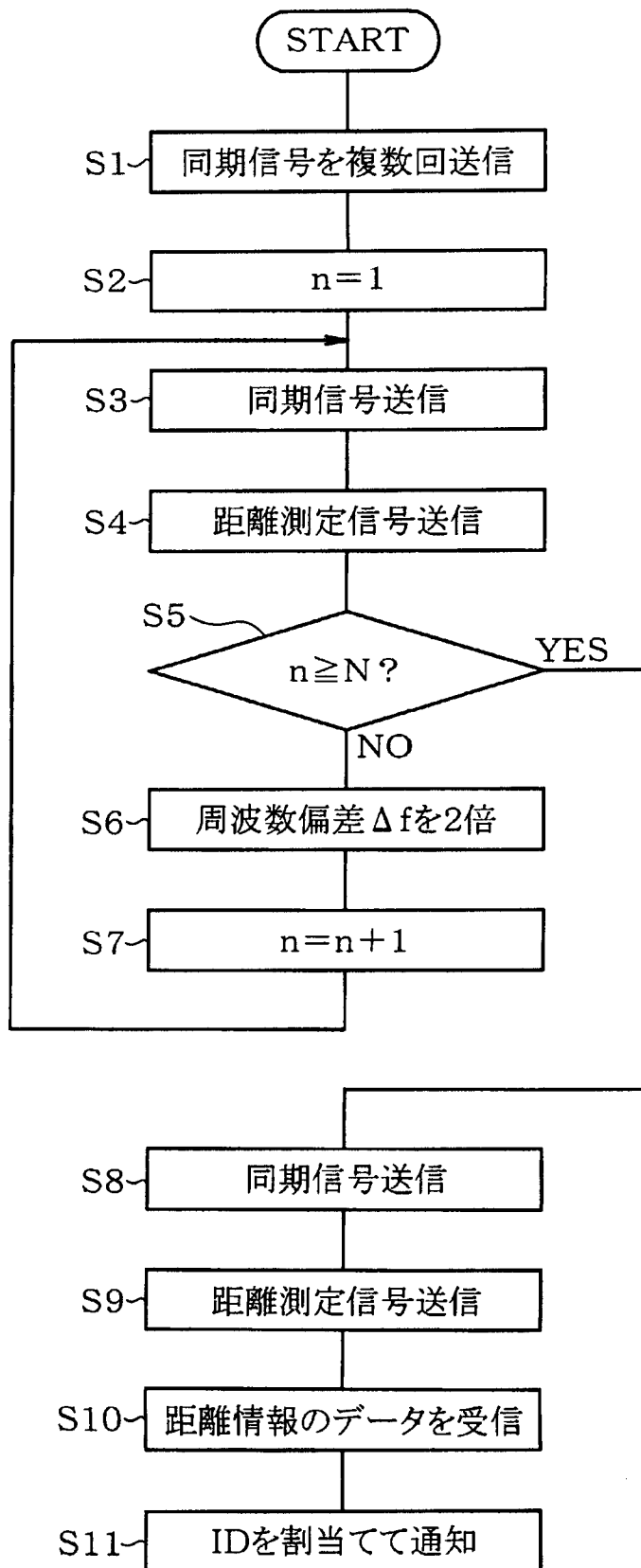
[図5]



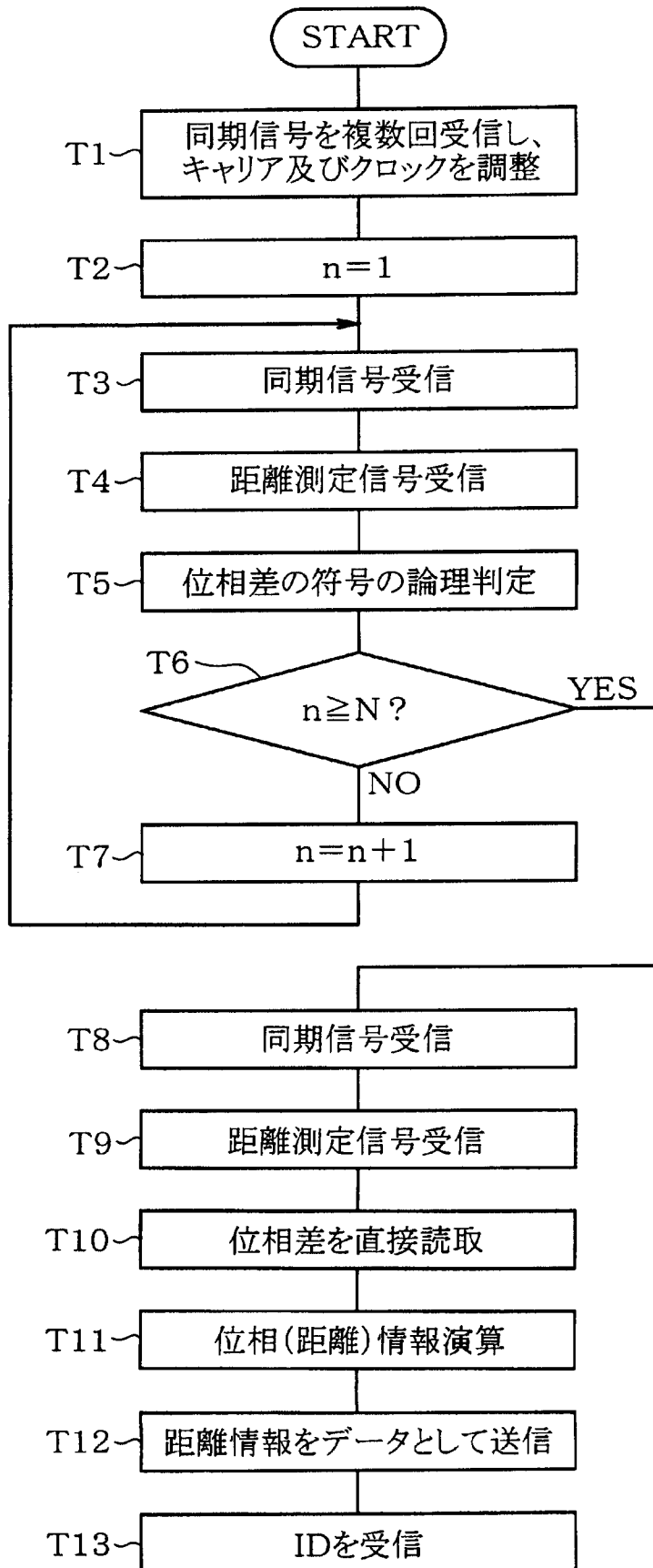
[図6]



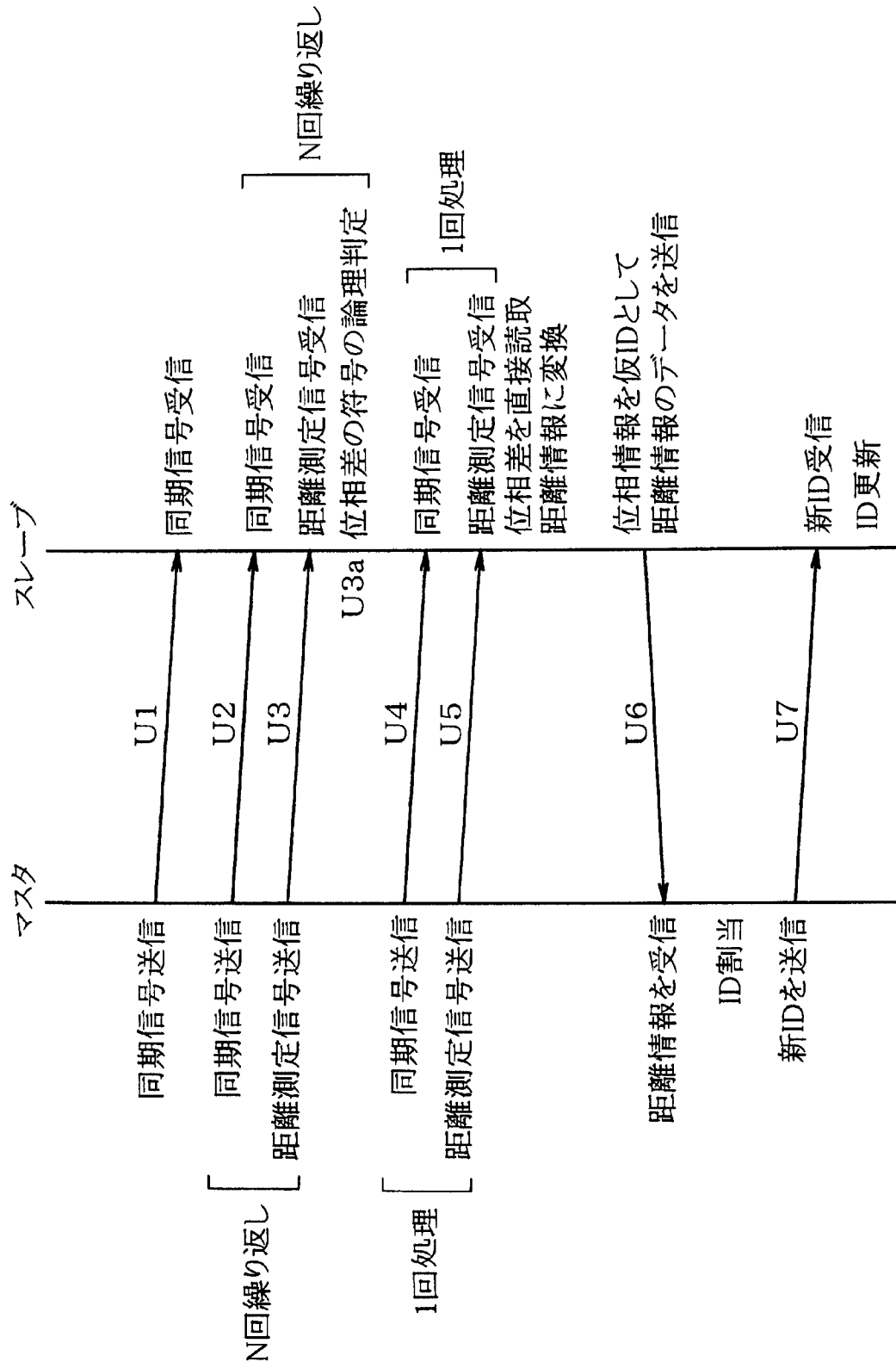
[図7]



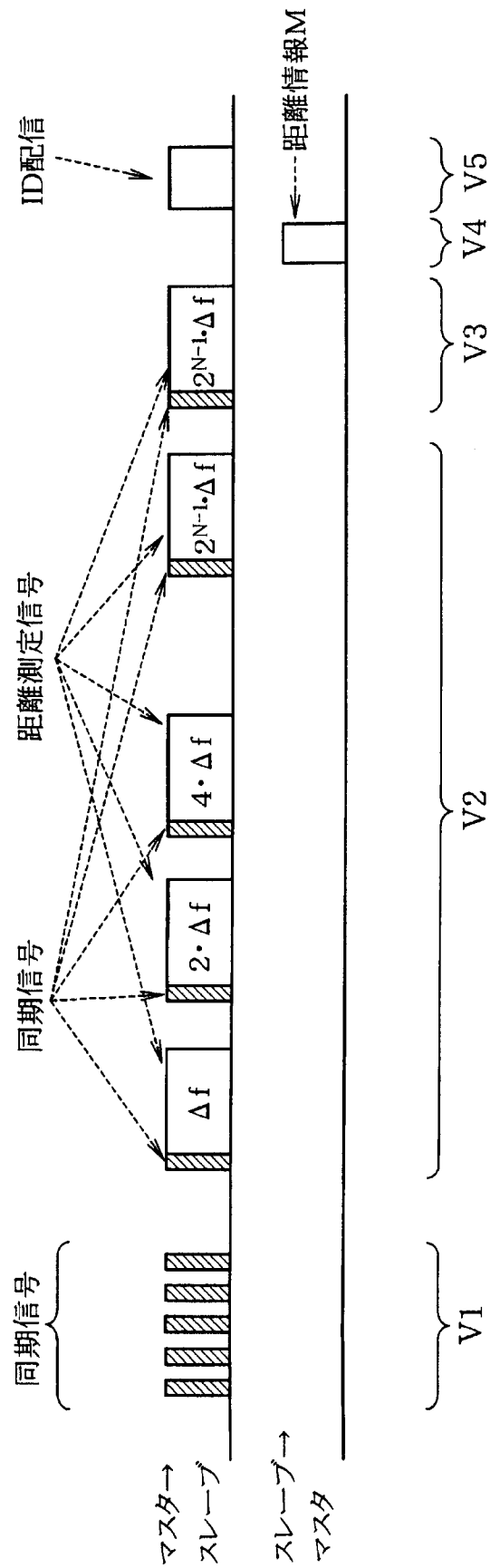
[図8]



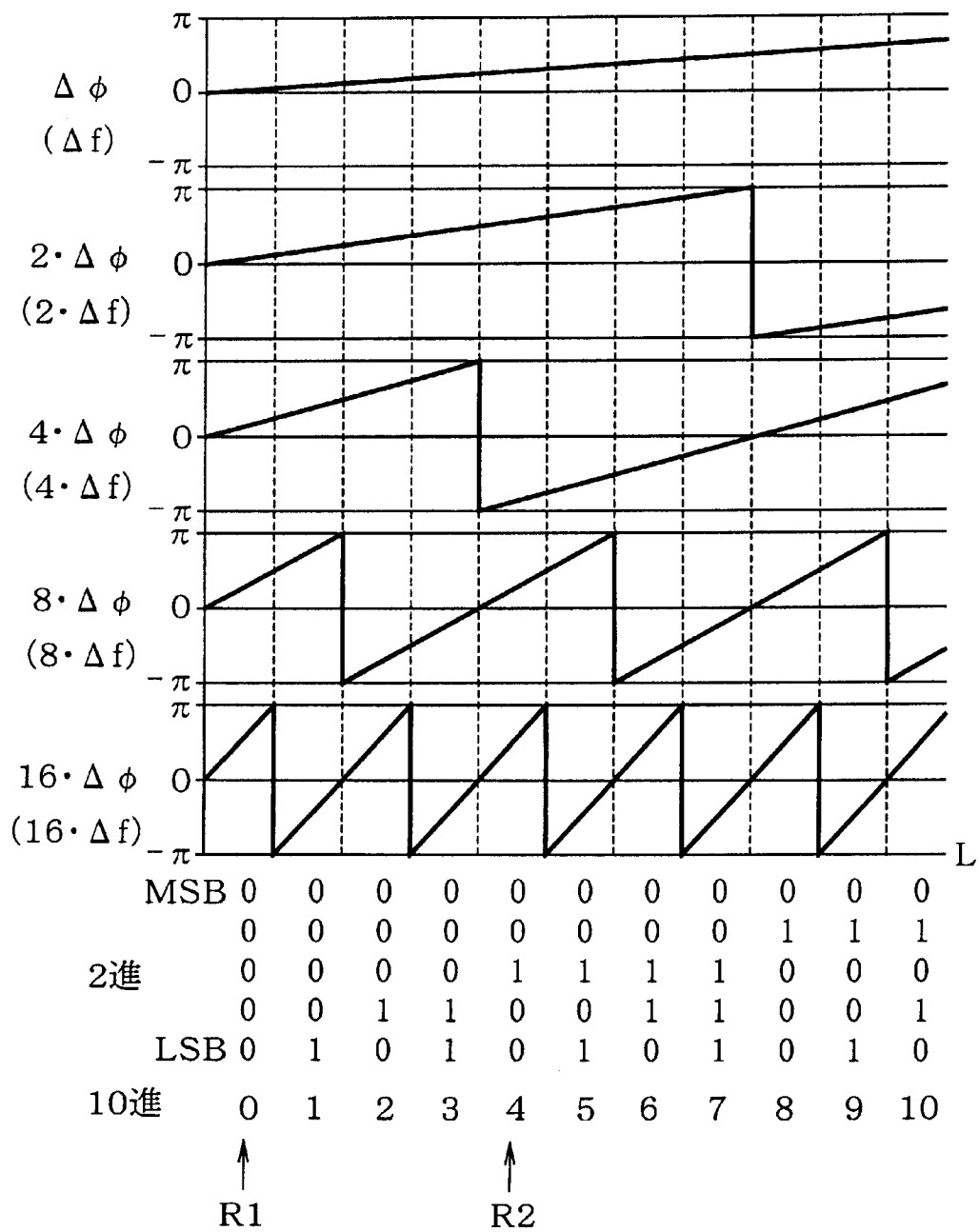
[図9]



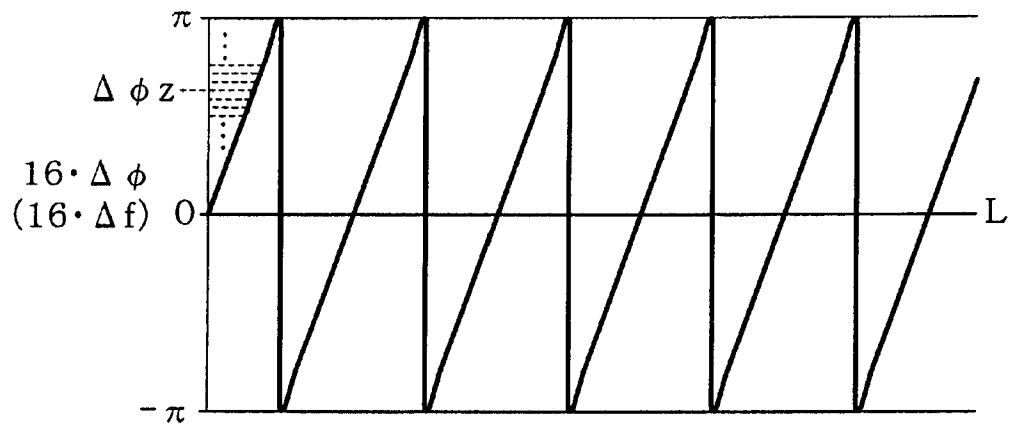
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/002425

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S11/02(2010.01)i, B60R16/023(2006.01)i, H04B3/02(2006.01)i, H04B5/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S5/00-17/95, B60R16/00-17/02, H04B3/00-3/44, H04B5/00-5/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 61-209382 A (NEC Corp.), 17 September 1986 (17.09.1986), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 47-030286 A (Mitsuo HIKOSAKA), 08 November 1972 (08.11.1972), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2006-042201 A (Advanced Telecommunications Research Institute International), 09 February 2006 (09.02.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 August 2016 (08.08.16)

Date of mailing of the international search report
16 August 2016 (16.08.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/002425

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-051044 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 23 February 2001 (23.02.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	US 2012/0268141 A1 (GIERLICH Roland), 25 October 2012 (25.10.2012), entire text; all drawings & WO 2011/051209 A1 & DE 102009050796 A & CA 2778921 A & CN 102597800 A & AU 2010311632 A	1-6
A	US 2004/0054471 A1 (BARTLETT David), 18 March 2004 (18.03.2004), entire text; all drawings & GB 2398688 A & WO 2002/041029 A1 & EP 1340096 A1 & AU 1415902 A & CA 2429178 A & ZA 200304349 A & AU 2002214159 B	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01S11/02(2010.01)i, B60R16/023(2006.01)i, H04B3/02(2006.01)i, H04B5/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01S5/00-17/95, B60R16/00-17/02, H04B3/00-3/44, H04B5/00-5/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 61-209382 A (日本電気株式会社) 1986. 09. 17, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 47-030286 A (彦坂光夫) 1972. 11. 08, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2006-042201 A (株式会社国際電気通信基礎技術研究所) 2006. 02. 09, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 8 . 0 8 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 8 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

三田村 陽平

2 S

4 0 0 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2001-051044 A (日産自動車株式会社) 2001.02.23, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	US 2012/0268141 A1 (GIERLICH Roland) 2012.10.25, 全文、全図 & WO 2011/051209 A1 & DE 102009050796 A & CA 2778921 A & CN 102597800 A & AU 2010311632 A	1-6
A	US 2004/0054471 A1 (BARTLETT David) 2004.03.18, 全文、全図 & GB 2398688 A & WO 2002/041029 A1 & EP 1340096 A1 & AU 1415902 A & CA 2429178 A & ZA 200304349 A & AU 2002214159 B	1-6